



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS

BOLETIN INIA N° 87

ISSN 0717-4829

AVENA CALIDAD DEL GRANO COMERCIALIZACIÓN AGROINDUSTRIA Y EXPORTACIÓN

Editor
Edmundo Beratto M.



Autor:

Edmundo Beratto M., Ing. Agr. M.S.

Director Regional INIA:

Fernando Ortega K., Ing. Agr. Ph.D.

Comité Editor Regional:

Ivette Seguel B., Bióloga M.Sc.

Lilian Avendaño F., Periodista, Lic. en Com. Social

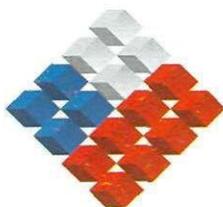
Boletín INIA N° 87

Este boletín fue editado por el Centro Regional de Investigación Carillanca del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Ministerio de Agricultura.

Permitida su reproducción total o parcial citando la fuente y el autor.

Diseño y diagramación	: Miguel Véjar C.
Composición texto	: Marta Díaz R.
Impresión	: Imprenta Páginas
Cantidad de ejemplares	: 150

Temuco, 2002



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS

AVENA
CALIDAD DEL GRANO
COMERCIALIZACIÓN
AGROINDUSTRIA Y EXPORTACIÓN

Edmundo Beratto M.

Centro Regional de Investigación Carillanca

Temuco, Chile, 2002

INDICE

PROLOGO	7
CALIDAD DEL GRANO DE AVENA: CARACTERISTICAS Y PARAMETROS DE COMERCIALIZACION	9
1. INTRODUCCION	9
2. EVOLUCION DE LA SUPERFICIE, PRODUCCION Y RENDIMIENTO DE AVENA EN CHILE	11
3. DEFINICION DE CALIDAD	13
4. CARACTERISTICAS FISICAS DEL GRANO	15
4.1 Peso hectolitro	15
4.2 Extracción de grano pelado	18
4.3 Rendimiento molinero	20
4.4 Dureza del grano	22
4.5 Coeficiente de descascarado	22
5. CARACTERISTICAS BIOQUIMICAS DEL GRANO	23
5.1 Contenido de proteína	23
5.2 Contenido de ácidos grasos	26
6. CALIDAD DEL GRANO CUBIERTO	28
6.1 Características Morfológicas	28
6.1.1 Tamaño y forma	28
6.1.2 Llenado	29
6.1.3 Uniformidad	29
6.1.4 Color de la cáscara	29
6.1.5 Aristas o barbas	29
6.1.6 Granos triples	30

6.2 Patrones Internacionales	30
6.2.1 Peso hectolitro	30
6.2.2 Contenido de humedad	30
6.2.3 Contenido de proteína	31
6.2.4 Contenido de fibra cruda	31
6.2.5 Acidez grasa	31
6.2.6 Materias extrañas	31
6.2.7 Avenas negras u oscuras	31
6.2.8 Materias contaminantes	31
7. CALIDAD DEL GRANO PELADO	32
7.1 Características Morfológicas	32
7.1.1 Tamaño	32
7.1.2 Llenado	32
7.1.3 Color	32
7.2 Patrones Internacionales de Calidad	32
7.2.1 Granos cubiertos	32
7.2.2 Cáscaras de avena	33
7.2.3 Granos de trigo y cebada	33
7.2.4 Otros granos	33
7.2.5 Materias contaminantes	33
7.2.6 Contenido de humedad	33
7.2.7 Acidez grasa	33
7.2.8 Prueba organoléptica	33
8. CONSIDERACIONES OPERATIVAS EN LOS ANALISIS DE AVENA	34
8.1 Correcciones	34
8.1.1 Granos dobles	34
8.1.2 Otros granos	34
8.1.3 Restos	34
8.1.4 Impurezas	35
8.2 Materia Util	35
8.3 Rendimiento Industrial	35
9. VARIEDADES DE AVENA	36

NUEVAS TENDENCIAS EN LA COMERCIALIZACION DE AVENA	43
1. INTRODUCCION	43
2. ANALISIS DE LA OFERTA DE AVENA A NIVEL NACIONAL Y MUNDIAL	44
2.1 Oferta Nacional de Avena	44
2.2 Exportación Nacional de Avena Cubierta	46
2.3 Exportación Nacional de Avena Mondada	48
2.4 Exportación Nacional de Avena Aplastada	50
2.5 Consolidado de Exportación Nacional de Avena	52
3. OFERTA MUNDIAL DE AVENA	53
3.1 Antecedentes de Producción, Superficie y Rendimientos	53
3.2 Estadísticas de Exportación Mundiales	56
3.2.1 Ranking Mundial	56
3.2.2 Ranking América	57
4. ANALISIS DE LA DEMANDA DE AVENA	58
4.1 Consumo de Avena en América	58
4.2 Consumo de Avena en América del Sur	59
5. SISTEMA DE COMERCIALIZACION DE AVENA A NIVEL NACIONAL	61
6. CONCLUSIONES	65

PRÓLOGO

Los cereales suministran alrededor de dos tercios de las calorías y la mitad de las proteínas que forman parte de la dieta humana. Entre éstos la avena destaca, por producir las proteínas de más alto valor biológico y porque es un importante recurso en la alimentación del ganado.

La IX Región concentra la mayor superficie y producción de avena de Chile, y a la vez es una de las mejores áreas del mundo para cultivarla, debido a su ubicación geográfica y condiciones climáticas, lo que permite obtener altos rendimientos y muy buena calidad de grano. Estas condiciones le otorgan ventajas comparativas, con la mayoría de los países de América del Sur (Perú, Bolivia, Ecuador, Paraguay, Colombia y Venezuela), América Central y México, mercados potenciales para colocar una parte significativa de la producción nacional, como de hecho está ocurriendo en la actualidad.

Esta oportunidad, se transforma en un desafío para agricultores, investigadores, empresas productoras de semilla, exportadores y agroindustrias nacionales, vinculadas a este cereal. Por tanto, los avances obtenidos en el manejo agronómico del cultivo, que se han traducido en un incremento muy importante de los rendimientos nacionales deben ir acompañados, no sólo de un mejoramiento de la calidad física y bioquímica de los granos, sino también de la pureza, uniformidad y estabilidad varietal de la calidad del grano que se exporta, que debe ceñirse a los patrones y requisitos establecidos por el mercado internacional.

Este seminario es el primer encuentro y punto de partida, que esperamos permita aunar esfuerzos y voluntades de los diferentes actores del ámbito nacional, para potenciar el crecimiento y desarrollo del cultivo de la avena, y por este camino contribuir al desarrollo agrícola de ésta y otras regiones, y a la inserción exitosa de Chile en otros países.

CALIDAD DEL GRANO DE AVENA: CARACTERÍSTICAS Y PARÁMETROS DE COMERCIALIZACIÓN,

Edmundo Beratto M.,¹ Rudy Rivas P.²

1. INTRODUCCIÓN

Chile es un país privilegiado para cultivar y producir avenas con alto rendimiento, especialmente entre los 36° y 46° de latitud Sur, debido a su clima frío a templado, fotoperíodos largos y, generalmente, con una adecuada y buena distribución de lluvias (Beratto, 2000), que hacen de esta región una de las mejores áreas para producir avena en el mundo (Stuthman, 2000). Estas condiciones favorecen la adaptación, crecimiento y desarrollo de variedades de ciclo largo, que potencian la obtención de altos rendimientos y granos de muy buena calidad. A lo anterior, en la mayoría de los casos, se une la buena calidad de los suelos, la presencia esporádica de escasas enfermedades de relativa importancia económica, y la cada vez creciente incorporación de tecnología y dominio del manejo del cultivo de este cereal por los agricultores.

La avena puede describirse como un cultivo de uso elástico y diversificado, por los distintos tipos de producciones que pueden obtenerse en diferentes épocas del año, las que se insertan en distintos segmentos del ámbito agrícola, ganadero y agroindustrial. En alimentación de ganado se utiliza para obtener: grano (cubierto, pelado y desnudo), forraje verde, forraje de conservación (ensilaje, heno), forraje y posterior producción de grano (doble propósito). Opera como cultivo preventivo - pero no curativo - que, incluido en las rotaciones de trigo y cebada, inhibe o atenúa el desarrollo de inóculos, particularmente de enfermedades radicales como mal del pie (*Gaeumannomyces graminis var. tritici*). Además, es uno de los cereales más tolerantes a suelos ácidos (pH 4,5 a 6) y el que requiere de más agua para producir una unidad de materia seca.

¹ Ingeniero Agrónomo MS. Centro Regional de Investigación Carillanca, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Temuco, Chile. E-mail: eberatto@carillanca.inia.cl

² Biólogo M.Sc. Centro Regional de Investigación Carillanca, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Temuco, Chile. E-mail: rrivas@carillanca.inia.cl

La calidad del grano de avena cada día adquiere mayor relevancia en la colocación y comercialización de este cereal, tanto en el mercado nacional y muy especialmente en el mercado internacional, debido a su uso en alimentación humana, animal y otros usos industriales. Los principales productos para consumo humano son: (a) avena laminada o aplastada o machacada, tanto de cocimiento rápido como lento; (b) harina de avena, empleada en la elaboración de alimentos para lactantes, fabricación de galletas, y ocasionalmente utilizada, en algunos países, mezclada con harina de trigo en la industria panificadora. En consumo animal es empleada directamente como grano cubierto, grano chancado, grano aplastado, y en la fabricación de concentrados. Otros importantes usos los tiene en la industria de cosméticos (povos faciales, talco, lociones, jabones sólidos y líquidos, entre otros).

La importancia del grano de avena en alimentación humana (calidad funcional) se fundamenta en las siguientes características: (a) es el cereal como más alta calidad biológica de proteína, comparativamente con otros cereales (Kasahara, 1970; Frey, 1977); (b) tiene un elevado contenido de fibra dietaria que reduce los niveles de colesterol de baja densidad lipoproteica (LDL) en la sangre de pacientes hipercolestéroleimicos (Vetter, 1984; Scheneeman, 1987; Pak y col, 1991); (c) actúa como regulador de los niveles de glucosa en la sangre de pacientes con diabetes adulta; (d) su consumo se asocia a una disminución de las enfermedades cardiovasculares y diabetes, por lo que es empleada en la prevención y tratamiento de este tipo de enfermedades (Anderson, 1984; Burrows, 1992; Peterson et al, 1995); (e) por su contenido de fibra, actúa como regulador de las funciones gastrointestinales y (d) su consumo previene la diabetes melitus, cálculos biliares e inhibe el cáncer al colon y la secreción de insulina y glicógeno.

2. EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE, PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO DE AVENA EN CHILE

En un período de 65 años, desde 1935 a 1999, la superficie cultivada con avena en Chile ha disminuido en 11,3%; mientras que la producción y el rendimiento nacional promedio han aumentado en 103,5 y 121%, respectivamente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Evolución, por quinquenios, de la superficie, producción y rendimiento nacional promedio de la avena en Chile en un período de 65 años (1935 a 1999).

Quinquenio	Superficie (has)	Producción (qq)	Rendimiento (qq ha ⁻¹)
1935 - 1939	112.954	1.113.368	9,9
1940 - 1944	88.220	856.380	9,7
1945 - 1949	80.518	736.396	9,2
1950 - 1954	94.008	964.758	10,3
1955 - 1959	106.076	1.139.860	10,8
1960 - 1964	77.288	889.904	11,5
1965 - 1969	78.652	1.173.224	14,9
1970 - 1974	85.162	1.226.530	14,4
1975 - 1979	80.130	1.272.340	15,9
1980 - 1984	82.946	1.457.164	17,6
1985 - 1989	65.306	1.557.638	23,9
1990 - 1994	66.264	1.939.876	29,3
1995 - 1999	85.646	2.469.762	28,9
Aumento (disminución) %	(11,3)	103,5	121,0

Actualmente, con una menor superficie se ha duplicado la producción de avena, atribuido a un sustancial incremento de los rendimientos, constituyéndose éstos en la expresión más objetiva y directa de los resultados obtenidos en investigación, y por ende en su aporte al progreso agrícola nacional.

La evolución anual de los rendimientos nacionales promedio, desde 1935 a 1999, se presentan en la Figura 1, junto a las variedades comerciales liberadas por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) en el período comprendido entre 1965 y 2000.

La importancia de las nuevas variedades en los aumentos de rendimiento y de la producción de avena, unidas al mejoramiento en las técnicas de manejo del cultivo, queda claramente demostrada en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Coeficientes de correlación entre superficie, producción y rendimiento de avena en Chile (Quinquenios: 1935 a 1999)

Períodos	Producción (r)	
	Superficie	Rendimiento
Primer período (1935 - 1964)	0.90**	0.36
Segundo período (1965 - 1999)	0.04	0.88**
Período Total (1935 - 1999)	-0.26	0.92**

En un período de 65 años (1935-1999) la mayor producción de avena está altamente correlacionada con los mayores rendimientos ($r=0,92^{**}$) y no tiene relación con la superficie ($r=-0,26$). Una situación similar ocurre en el segundo período (1965-1999), donde el aumento de la producción se explica, única y exclusivamente, por un importante incremento de los rendimientos ($r=0,88^{**}$), sin ninguna incidencia de la superficie. Sin embargo, la mayor producción de este cereal, en el primer período (1935-1964) está altamente correlacionada con la superficie sembrada ($r=0,90^{**}$) y no con los aumentos de rendimiento.

Las tres principales regiones productoras de avena, en orden de importancia son: la IX, VIII y X Regiones. En ellas se siembra y produce el 94,4% y el 95,7 %, respectivamente de la avena del país.

3. DEFINICIÓN DE CALIDAD

En la actualidad, el concepto de calidad de grano en avena es muy amplio. Generalmente, el que emplea el agricultor no es el mismo de quienes la comercializan, ni de quienes la utilizan en los distintos procesos industriales. Entre estos últimos es poco probable que todos concuerden en un concepto único de calidad, aunque cada vez algunos de los patrones que engloba este concepto, son de uso y entendimiento común. Por tanto, la visión que se tiene del grano de avena, en términos de calidad, no es único ni tampoco el más adecuado, lo que hace necesario seguir buscando una convergencia común entre todos los segmentos involucrados.

Los objetivos del procesamiento industrial son elaborar diversos productos en base a avenas de alta calidad, reduciendo los costos y maximizando las utilidades; como también, continuar mejorando la calidad del grano y de las maquinarias empleadas en su elaboración, que permitan innovar en el «Manejo de la Calidad Total» del grano, que debe tener las mejores características físicas y bioquímicas. Lo anterior, tiene más probabilidades de lograrse en la medida que se tenga una mejor comprensión, control y manejo de los factores de calidad como: forma, tamaño, uniformidad y color del grano; relación grano/cáscara (EGP), rendimiento molinero, peso hectolitro y humedad; contenido de proteína, ácidos grasos, entre otros.

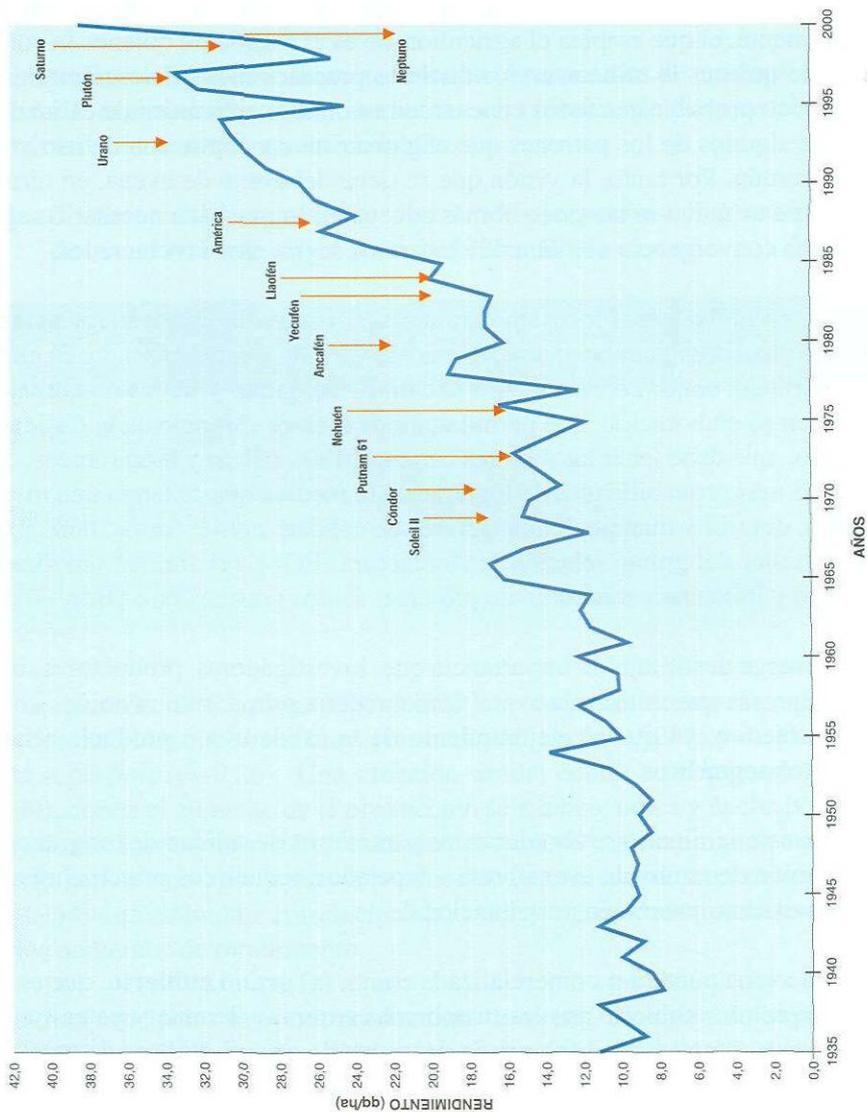
Emerge desde aquí la importancia que: investigadores, productores, industriales, y empresas que utilizan la avena como materia prima, actúen unidos en el logro de este objetivo; ya que el mejoramiento de la calidad va a producir beneficios a todos estos segmentos.

En este seminario se abordarán los parámetros de calidad de los granos cubiertos - también denominada avena bruta - y pelados, requeridos principalmente por el mercado externo y también por el nacional.

La avena puede ser comercializada como: (a) **grano cubierto**, que es el típico grano envuelto o cubierto por las membranas externas (lemma y palea), conocidas vulgarmente como cáscara; (b) **grano despuntado o semi-elaborado**, que es el grano cubierto al que mecánicamente se le ha eliminado la punta; (c) **grano pelado**, es aquel obtenido a partir del grano cubierto al que mecánicamente se le ha extraído la

lemma y la paja; (d) **productos procesados**: láminas u hojuelas de cocimiento rápido y cocimiento lento, copos, harina de avena, entre otros.

Figura 1. EVOLUCION DE LOS RENDIMIENTOS ANUALES DE AVENA EN CHILE (1935-2000)



4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL GRANO

4.1 PESO HECTOLITRO

El peso de hectolitro es uno de los parámetros más antiguos y tradicionalmente utilizado para determinar la calidad física y comercializar el grano de avena. Sin embargo, se ha demostrado que éste es un importante y útil estimador de la calidad física en los cereales de grano desnudo (trigo, triticale, centeno, avena y cebada de grano desnudo); pero no lo es para las avenas de grano cubierto, ya que la patea y la lemma que lo envuelven, modifican la forma, tamaño y volumen del grano.

El peso de hectolitro es empleado para determinar el peso de los granos contenidos en una unidad de volumen y se expresa en kilos por hectolitro (kg hl^{-1}). En Chile, el instrumento oficial utilizado para medirlo es la «Balanza Shopper», de amplia aceptación por su fácil uso y rápida determinación (Forsberg y Reeves, 1992). Sus valores son diferentes entre las variedades de avena de grano cubierto (Cuadro 3), pelado y desnudo, y a su vez variable dentro de cada uno de estos tres grupos; ya que las variedades tienen distinta constitución genética y, por tanto, diferentes pesos, formas, tamaños y volúmenes, que hacen variable la uniformidad del grano.

Estas características, a su vez, pueden ser modificadas por factores ambientales (lluvia, temperatura, principalmente) y factores de manejo del cultivo (fertilización). Por ejemplo, si durante el período de formación y crecimiento del grano - que ocurre entre anthesis y madurez fisiológica (cosecha) - se tiene condiciones de sequía, los granos cosechados se caracterizarán por ser finos o delgados, con una alta concentración de cáscara y un bajo peso de hectolitro.

En Chile, las variedades actualmente comerciales son mayoritariamente de hábito de desarrollo alternativo, por tanto, pueden cultivarse desde otoño a fines de invierno. En INIA Carillanca, tanto las variedades sembradas en otoño, desde mayo hasta la primera quincena de junio; como las sembradas entre agosto y la primera quincena de septiembre, en general, tienen pesos de hectolitro muy similares (Cuadro 3); pero, en años con restricción hídrica, como los ocurridos en 1995 y 1998, los pesos de hectolitro de las variedades sembradas a fines de invierno son inferiores a los pesos de hectolitro obtenidos con las mismas variedades sembradas en otoño.

Las variedades con más alto peso de hectolitro, en orden descendente, son: Urano, Pepita y Neptuno; en un segundo grupo, se tiene a Nehuén y Llaofén; y con pesos de hectolitro más bajo, Saturno y Rubia corriente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Peso de hectolitro de variedades comerciales de avena, sembradas en otoño y primavera (INIA Carillanca, 1997 a 2001).

Variedad	P. hectolitro (kg hl ⁻¹) Siembra Otoño			P. hectolitro (kg hl ⁻¹) Siembra fines de Invierno		
	mínimo	máximo	Promedio	mínimo	máximo	Promedio
Urano	53,7	56,5	54,7 ⁽¹⁾	52,6	55,8	54,2 ⁽⁶⁾
Pepita	51,5	55,4	54,0 ⁽⁴⁾	52,7	55,6	53,7 ⁽⁵⁾
Neptuno	50,7	54,2	52,8 ⁽³⁾	51,1	57,2	53,4 ⁽⁷⁾
Nehuén	48,5	52,0	51,0 ⁽²⁾	48,4	53,0	50,3 ⁽²⁾
Llaofén	47,6	51,8	50,3 ⁽¹⁾	46,9	54,5	50,0 ⁽⁶⁾
Saturno	45,6	50,7	49,1 ⁽¹⁾	48,0	51,9	49,3 ⁽⁶⁾
Rubia corriente	41,5	48,0	45,4 ⁽⁵⁾	43,7	50,1	47,4 ⁽⁸⁾

- (1) Promedio de 30 ensayos (1997 a 2001); (5) Promedio de 5 ensayos (1997 a 2001)
 (2) Promedio de 21 ensayos (1997 a 2001); (6) Promedio de 27 ensayos (1997 a 2001)
 (3) Promedio de 15 ensayos (1997 a 2001); (7) Promedio de 12 ensayos (1997 a 2001)
 (4) Promedio de 7 ensayos (2000 a 2001); (8) Promedio de 6 ensayos (1997 a 2001)

En Chile, en general, el peso de hectolitro experimenta variaciones entre localidades. Las ubicadas en latitudes más bajas (33° lat. S) tienden a tener pesos de hectolitros menores, que las ubicadas en latitudes más altas (36° a 40° lat. S), situación asociada a las condiciones de clima: temperatura, fotoperíodo, caída pluviométrica total, y muy especialmente a la distribución anual de lluvias (Cuadro 4). Las altas temperaturas ((35°C) y sequías — durante el período de llenado del grano — aumentan la proporción de cáscara y reducen el peso de hectolitro en 2,6 a 3,9 kg. hl⁻¹, en relación a un año normal. Por otro lado, las lluvias y/o vientos, en este mismo período, favorecen la tendadura, y si ésta se produce en etapas más tempranas del ciclo de desarrollo de la avena, mayor será la reducción del peso de hectolitro.

Epifitias severas, durante el período de llenado del grano, de roya de la hoja (*Puccinia coronata* Cda. f. sp. *avenae* (Fraser y Ledingham), roya del tallo (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. *avenae* (Ericks. & E. Henn) y enanismo amarillo de la cebada, reduce el área de fotosíntesis de las hojas y también la formación y acumulación de carbohidratos en el grano, provocando una caída en el peso de hectolitro. Sin embargo, las dos primeras enfermedades no tienen importancia en el sur del país, donde se presentan muy ocasionalmente.

También, altas dosis de semilla y fertilización con nitrógeno tienden a disminuir el peso de hectolitro (MacKey, 1959; Ohm, 1976)

Cuadro 4. Peso hectolitro de variedades comerciales de avena en diferentes localidades de Chile.

Variedad	Peso hectolitro (kg hl ⁻¹)					
	La Platina 33°34' lat. S	Quilamapu 36°31' lat. S	Collipulli 37°58' lat. S	Traiguén 38°14' lat. S	La Pampa 40°52' lat. S	Promedio Variedad
Urano	53,9	55,8	55,8	55,9	51,3	54,5 ⁽¹⁾
Pepita	50,9	50,9	54,6	52,1		52,1 ⁽²⁾
Neptuno	49,5	54,1	51,1	52,4	53,0	52,1 ⁽¹⁾
Nehuén	45,8	50,7		49,5	46,4	48,1 ⁽³⁾
Llaofén	42,7	50,1	48,2	48,4	48,3	47,5 ⁽¹⁾
Saturno	48,9	52,1	50,7	51,8	48,9	50,5 ⁽¹⁾
Promedio Localidad	48,6	52,3	52,1	51,7	49,6	

(1) Promedio de 18 ensayos (1997 a 2001); (2) Promedio de 6 ensayos (2001)
 (3) Promedio de 9 ensayos (1997 a 1999)

4.2 EXTRACCIÓN DE GRANO PELADO (EGP)

El grano, tanto el utilizado en alimentación humana como animal, es deseable que tenga el menor contenido de cáscara posible. Esta es rica en celulosa y en otros materiales altos en fibras, que tienen bajo valor nutritivo y además encarecen el transporte. De aquí que, la EGP o relación grano/cáscara es un importante factor de calidad y también económico, tanto para las empresas que compran avena para consumo humano como para productores que la utilizan en alimentación animal.

La EGP se define como el porcentaje de granos pelados obtenidos al descascarar o pelar mecánicamente 100 (g. kg o ton,) de avena cubierta. Actualmente, es uno de los indicadores más usados y confiables para determinar la calidad física e industrial de los granos de avena, constituyéndose en uno de los principales requisitos para comercializar y exportar este cereal. Los granos llenos, de cáscara fina y sin superposición entre lemma y palea, tienen una alta proporción de grano pelado y una muy buena EGP. En cuanto a la cáscara, ésta tiene un bajo valor nutritivo, por su menor contenido de proteína (1,4 a 1,9%) y alto contenido de fibras. Sin embargo es utilizada en alimentación animal, y protege al grano del ataque de hongos e insectos.

La EGP es una característica genética de la variedad, de aquí que diferentes variedades tengan distintas EGP; pero, también es modificada por condiciones ambientales, tales como déficit de agua o altas temperaturas que al ocurrir durante el período de llenado del grano, disminuyen el peso y aumentan el contenido de cáscara de éste. Ataques severos de enfermedades, como royas pueden producir efectos similares a los anteriormente mencionados; como también algunas técnicas de manejo agronómico del cultivo (fertilización, reguladores de crecimiento).

Las variedades con más altas EGP, en orden descendente son Neptuno y Urano; en un segundo grupo se ubican Saturno y Pepita; en un tercer grupo Nehuén y Llaofén; y finalmente, Rubia corriente (Cuadro 5).

Cuadro 5. Extracción de grano pelado (EGP) de variedades comerciales de avena, sembradas en otoño y primavera (INIA Carillanca, 1997 a 2001).

Variedad	EGP (%) Siembra Otoño			EGP (%) Siembra fines de Invierno		
	mínimo	máximo	Promedio	mínimo	máximo	Promedio
Neptuno	63,6	74,0	69,4 ⁽³⁾	66,9	73,0	69,6 ⁽⁸⁾
Urano	64,4	70,7	68,5 ⁽¹⁾	65,4	69,4	67,8 ⁽⁶⁾
Pepita	59,6	62,7	61,7 ⁽⁵⁾	63,2	64,3	63,6 ⁽⁵⁾
Saturno	47,0	67,5	62,3 ⁽¹⁾	58,9	67,1	64,0 ⁽⁶⁾
Nehuén	53,7	66,2	61,3 ⁽²⁾	59,6	64,7	62,8 ⁽⁷⁾
Llaofén	52,2	65,2	60,7 ⁽¹⁾	60,2	66,1	62,4 ⁽⁶⁾
Rubia corriente	47,8	64,6	57,9 ⁽⁴⁾	59,7	66,6	62,6 ⁽⁹⁾

(1) Promedio de 30 ensayos (1997 a 2001); (6) Promedio de 22 ensayos (1997 a 2001)

(2) Promedio de 21 ensayos (1997 a 2001); (7) Promedio de 16 ensayos (1997 a 2001)

(3) Promedio de 15 ensayos (1997 a 2001); (8) Promedio de 12 ensayos (1997 a 2001)

(4) Promedio de 5 ensayos (1997 a 2001); (9) Promedio de 5 ensayos (1998 a 2001)

(5) Promedio de 5 ensayos (2001)

A diferencia del peso de hectolitro, la EGP no presenta marcadas diferencias entre localidades, a excepción de Neptuno y Urano que tienen valores más altos de EGP, en La Platina y Quilamapu, donde el cultivo fue regado (Cuadro 6).

Cuadro 6. Extracción de grano pelado (EGP) de variedades comerciales de avena en diferentes localidades de Chile.

Variedad	EGP (%)					Promedio Variedad
	La Platina 33°34' lat. S	Quilamapu 36°31' lat. S	Collipulli 37°58' lat. S	Traiguén 38°14' lat. S	La Pampa 40°52' lat. S	
Urano	70,1	70,8	69,1	69,7	69,8	69,9 ⁽¹⁾
Pepita	65,8	65,8	64,5	62,9		64,8 ⁽²⁾
Neptuno	70,4	70,5	64,8	69,5	72,9	69,6 ⁽¹⁾
Nehuén	58,2	64,7		61,2	67,0	62,8 ⁽³⁾
Llaofén	59,8	64,2	62,2	61,2	66,2	62,7 ⁽¹⁾
Saturno	67,3	66,8	67,8	70,4	69,3	68,3 ⁽¹⁾
Promedio Localidad	65,3	67,1	65,7	65,8	69,0	

(1) Promedio de 14 ensayos (1998 a 2001); Promedio de 4 ensayos (2001)

(2) Promedio de 7 ensayos (1998 y 1999)

4.3 RENDIMIENTO MOLINERO (RM)

El rendimiento molinero, se define como la cantidad de granos de avena cubierta que se necesitan para producir 100 (g, kg. o ton.) de avena pelada, y su valor se expresa como un índice. Según la variedad, el RM fluctúa entre 2,40 a 1,33; las que tienen RM iguales a 1,33 son muy superiores a aquellas que tienen RM iguales a 2,40. En el Cuadro 7, se presentan algunos valores de rendimiento molinero obtenidos en el extranjero, y en el Cuadro 8 se informa de RM obtenidos en variedades comerciales de avena en Chile.

Cuadro 7. Valores referenciales de rendimiento molinero.

Investigadores	RM
Greig y Findlay (1907)	1,33 - 1,78
Sunderman (1931)	1,69
Brownlee y Gunderson (1938)	2,40
Findlay (1956)	1,72
Salisbury y Wichser (1971)	1,80
Root (1979)	1,57 - 1,72

Root (1979), determinó que el RM se correlacionaba negativamente con el peso hectolitro ($r = -0,81^{**}$) y la EGP ($r = -0,73^{**}$). Ambas relaciones son favorables, ya que valores de RM bajos son los más deseables, y también reafirma la importancia de la EGP, como factor de calidad física del grano, sobre el peso hectolitro..

Cuadro 8. Rendimiento molinero (RM) de variedades comerciales de avena, sembradas en otoño y primavera (INIA Carillanca, 1997 a 2001).

Variedad	RM Siembra Otoño		RM Siembra fines de Invierno	
	mínimo	máximo	mínimo	máximo
Neptuno	1,58	1,35	1,49	1,37
Urano	1,55	1,41	1,53	1,44
Pepita	1,68	1,59	1,58	1,56
Saturno	2,13	1,48	1,70	1,49
Nehuén	1,86	1,51	1,68	1,55
Llaofén	1,92	1,53	1,66	1,51
Rubia corriente	2,09	1,55	1,68	1,50

4.4 DUREZA DEL GRANO

Las avenas, previo a ser procesadas para elaborar alimentos destinados al consumo humano, deben ser sometidas a un proceso de descascarado. Esta operación mecánica de remoción de cáscaras conlleva a que los granos pelados tengan grados variables de resistencia al quiebre. De aquí que, la dureza del grano o resistencia al quiebre se constituya en una característica muy importante; pues, en la medida que aumenta la susceptibilidad al quiebre, se incrementan las pérdidas económicas del proceso de extracción. Por tanto, el objetivo es obtener, paralelamente, variedades de avena con altas EGP y RM, y con alta dureza de grano.

Este concepto ha sido extensivamente desarrollado en maíz y trigo (Pomeranz et al., 1988; Wu et al, 1992)), pero no en avena. Actualmente, en Estados Unidos, la dureza del grano es evaluada experimentalmente con un «Analizador de Textura» (TA-XT2 Texture Analyser).

4.5 COEFICIENTE DE DESCASCARADO (CDD)

Villegas (2000), en INIA Carillanca, determinó el coeficiente de descascarado (CDD) en veinticinco variedades y líneas avanzadas de avena del Proyecto de Mejoramiento Genético, con el propósito de estudiar la facilidad de desprendimiento o pérdida de la cáscara de los granos de avena en el proceso de descascarado. Los CDD de las variedades comerciales estudiadas se presentan en el Cuadro 9.

Las variedades Urano y Neptuno tienen un alto coeficiente de descascarado (CDD=0,99), muy cercano al valor máximo (CDD=1,0).

Cuadro 9. Coeficiente de descascarado promedio (CDD) de cinco variedades comerciales de avena en dos localidades de Chile (INIA Carillanca otoño y fines de invierno, INIA Quilamapu, 1997-1998)

Variedad	CDD
Urano	0,99
Neptuno	0,99
Saturno	0,97
Nehuén	0,97
Llaofén	0,96

5. CARACTERÍSTICAS BIOQUÍMICAS DEL GRANO

5.1 CONTENIDO DE PROTEÍNA

El grano de avena, entre todos los cereales de grano pequeño, tiene la proteína de más alto valor biológico (Kasahara, 1970; Frey, 1977), y su balance total de aminoácidos es considerado excelente, aunque la lisina (42 g kg⁻¹ de proteína) al igual que en los otros cereales, es el aminoácido limitante. Los incrementos en el contenido de proteína, ya sea por mejoramiento genético, por fertilización con nitrógeno o por ambos, siempre está acompañada de un aumento en el contenido de globulinas, con pocos cambios en la concentración de lisina.

El contenido de proteína de una variedad puede ser fuertemente afectado por el medio, en rangos que oscilan entre 3 a 4%, dependiendo de la localidad y de la época de siembra; variación que también se tiene entre variedades. En EE.UU, en granos pelados se han determinado rangos de 12,4 a 24,4% (Robbins et al., 1971) y de 13,8 a 22,5% (Youngs y Forsberg, 1987). En INIA Carillanca, en avenas de grano pelado los rangos de variación han fluctuado entre 13,5 a 15,7% de proteína.

Peyrelongue (1985) concluyó que los incrementos en la fertilización nitrogenada producen aumentos en el contenido de proteína del grano de avena de 10,9 a 12,3% (Cuadro 10).

Cuadro 10. Efecto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento y contenido de proteína.

Fertilización (kg ha ⁻¹)		Rendimiento (qq ha ⁻¹)	Proteína (%)
P205	N		
150	0	55	10,9
150	50	66	10,9
150	100	79	11,5
150	150	82	11,4
150	200	78	12,3

N inicial: ppm=39 M.O.: ppm=14,5

Fuente: Peyrelongue C, Amelia.

Las avenas sembradas en otoño y fines de invierno en un suelo Andisol de la IX Región, y fertilizadas con distintas dosis y combinaciones de N, P y NP, tienen contenidos de proteína en el grano que fluctúan entre 8,1 a 11,0% y 8 a 12,3%, respectivamente (Cuadro 11). Estos contenidos de proteína son, generalmente, superiores en avenas sembradas a fines de invierno, debido a que el aporte de nitrógeno del suelo producto del proceso de mineralización, es mayor en esta época, que en las siembras de otoño; demostrándose simultáneamente, que al aumentar los rendimientos disminuyen los tenores de proteína por efecto de dilución del N (Cuadro 11).

Una vía para aumentar el contenido de proteína en el grano, sería aplicar un fertilizante nitrogenado durante el encañado. Peyrelongue (1988) determinó que el N absorbido a inicios de encañado (Z31 a Z32), varía entre un 40% a más de un 65% del N total absorbido con aplicaciones de 50 a 150 kg ha⁻¹, respectivamente. Del total de N aplicado, el grano acumula sobre el 65% de éste, independientemente de la dosis aplicada

Una vez más se demuestra que la aplicación conjunta de nitrógeno y fósforo incrementa los rendimientos por sobre la aplicación individual de cada uno de éstos, en ambas épocas de siembra (Cuadro 11).

Para determinar el contenido de proteína (%) se utiliza normalmente el método de Kjeldahl, que mide el contenido de N del grano, valor que multiplicado por el factor de conversión de 6,25 permite obtener el porcentaje de proteína. Las moléculas de proteína del grano de avena, en su conjunto, contienen un 16% de N; por tanto, el contenido de proteína del grano se obtiene a partir del contenido de N de éste, multiplicado por la relación 100/16 que es igual a 6,25 (factor de conversión).

Cuadro 11. Efecto de la aplicación de N, P y NP en el rendimiento y contenido de proteína de avena sembrada en otoño y fines de invierno en la IX Región (Andisoles, 1986-1987)

Fertilización (kg ha ⁻¹)		Rendimiento (qq ha ⁻¹)		Proteína (%)	
N	P ₂ O ₅	Otoño	Fines de Invierno	Otoño	Fines de Invierno
0	0	27	28	8,1	8,0
100	0	42	49	9,4	10,8
200	0	52	49	10,7	12,3
0	200	27	34	7,9	8,1
100	200	53	59	8,9	9,4
200	200	62	61	11,0	11,5
100	100	49	54	8,7	10,7
200	400	58	67	10,9	11,6
Promedio		46,3	50,2	9,5	10,3

N inicial = 12 ppm. 18 ppm
P Olsen = 10 ppm. 5,4 ppm
M.O. = 15,4% 11,6%

Referencia: Peyrelongue C, Amelia

Cuadro 12. Contenido de proteína de variedades comerciales de avena en diferentes localidades de Chile.

Variedad	Proteína (%)					Promedio Variedad
	La Platina	Quilamapu	Carillanca O	Carillanca I	La Pampa	
Urano	10,94	9,84	10,37	11,16	14,81	11,42
Neptuno	12,83	10,83	13,56	11,42	15,14	12,76
Nehuén	12,32	10,03	10,83	9,53	12,26	11,00
Llaofén	12,60	10,90	12,16	10,27	14,77	12,14
Saturno	11,52	10,41	12,87	11,76	11,67	11,65
Promedio Localidad	12,04	10,40	11,96	10,83	13,73	

Las variedades comerciales de avena con más alto contenido de proteína, en orden descendente son Neptuno, Llaofén, Saturno, Urano y Nehuén (Cuadro 12). Sin embargo, La Platina y La Pampa podrían alterar los contenidos de proteína promedio indicados en el Cuadro 12, ya que estas localidades tienen un alto contenido de N en el suelo, por el manejo y naturaleza de los estudios ejecutados en estos centros de investigación. Pero, si se excluyen - ambas localidades — del cálculo anterior, las tendencias de contenidos de proteínas de las variedades se mantienen, aunque el tenor de proteína se reduce en 0,74% promedio.

5.2 CONTENIDOS DE ACIDOS GRASOS

La avena, entre todos los cereales de grano pequeño, tiene el más alto contenido de ácidos grasos, de 5 a 9%. Estos se liberan por hidrólisis, debido a la activación de la enzima lipasa, dando origen al proceso de rancidez del grano (Young, 1986). Los tres principales ácidos grasos de la avena son: palmítico, oleico y linoleico, que constituyen alrededor del 95% de los ácidos grasos totales de este cereal. El palmítico es el principal ácido graso saturado y constituye un 18 a 20% de los ácidos grasos totales; mientras que los ácidos linoleico y oleico, ambos insaturados, tienen valores muy similares, siendo el primero ligeramente más alto que el ácido oleico.

Cuadro 13. Contenido de ácidos grasos de cuatro variedades comerciales de avena en Chile.

Variedad	Acidos Grasos (%)			
	Palmítico	Oleico	Linoleico	Total
Urano	14,40	44,67	36,33	95,40
Saturno	12,55	39,42	40,97	92,94
Llaofén	13,84	39,04	41,60	94,98
Nehuén	14,64	34,68	45,49	94,81
Promedio de ácidos grasos	13,86	39,45	41,40	94,91

En Chile, en cuatro variedades comerciales y siete líneas avanzadas de avena, se obtuvo un rango 12,41 a 16,19% de ácido palmítico; de 35,74 a 45,49% de ácido linoleico, y de 28,35 a 44,67% de ácido oleico. Entre las variedades comerciales, Nehuén tuvo el más alto contenido de ácido palmítico (14,64%) y linoleico (45,49%) y Urano de ácido oleico (44,67%). Los valores más bajos en ácido palmítico (12,55%) fueron obtenidos por Saturno; en ácido linoleico (39,04%) por Llaofén, y en ácido oleico (36,33%) por Urano (Cuadro 13).

6. CALIDAD DEL GRANO CUBIERTO

6.1 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Las características morfológicas de los granos de avena fueron los primeros patrones, vigentes en la actualidad, utilizados para evaluar la calidad de los granos de avena destinados a usos agroindustriales. Los más importantes son: tamaño, llenado, uniformidad, color de la cáscara (lemma y palea), presencia o carencia de arista (barba); como también la presencia de granos terciarios en la espiguilla.

6.1.1 Tamaño y forma

El tamaño de grano entre las variedades de avena es variable y fluctúa entre 3 a 13 mm. de longitud y 1 a 4,5 mm. de ancho (Kent, 1987). La mejor avena es la que produce granos de 10 mm. o más de longitud y aproximadamente 3 mm. de ancho, medido en la parte central de éste. Dicha característica permite obtener a la industria hojuelas de mayor tamaño y amplitud.

Los granos largos (>12mm) y con aristas (barbas), tienen un menor peso de hectolitro que los granos de menor longitud y sin aristas, debido a que éstos últimos tienen una mejor distribución en un volumen determinado (hectolitro) y por tanto, a un menor espacio libre entre granos. Los granos de las variedades Urano, Llaofén y Nehuén, tienen un largo promedio menor a 13 e igual o superior a 12mm (Hernández, 1994)

También tienen un peso de hectolitro más alto los granos llenos (plenos) que los granos finos. Root (1969) encontró una correlación negativa y significativa entre peso de hectolitro y longitud y peso del grano primario, y una correlación positiva entre el peso de hectolitro y el ancho y número de granos.

La forma del grano puede ser cuantificada a través de la relación entre longitud y ancho del grano, y también empleando el «análisis de imagen digital» que permite obtener una caracterización morfológica del grano, y determinar la longitud, ancho, perímetro, superficie y forma, en un gran número de granos individuales (Symons y Fulcher, 1988).

6.1.2 Llenado

El grano lleno o pleno, en general, tiene mayor facilidad y rapidez para abrirse y exponer su almidón con fines culinarios; por tanto, los granos chupados, delgados o finos son rechazados. El peso del grano es un buen indicador del llenado o plenitud de éste, y su peso no debería ser inferior a 30 mg. En Carillanca, se han determinado pesos de grano que fluctúan entre 30 a 56 mg en siembras de otoño, y entre 34 a 56 mg en siembras de finales de invierno (Beratto, 1991).

6.1.3 Uniformidad

La uniformidad de tamaño de los granos es una de las características deseadas por la agroindustria. Por tanto, la clasificación por tamaño del grano cada vez tiene más importancia en la comercialización de este cereal, si se la compara con las avenas vendidas a granel (sin clasificar). La espiguilla de avena está formada, en la mayoría de los casos, por granos dobles: uno primario y otro secundario. Estos últimos, a diferencia de los granos primarios, se caracterizan por ser más pequeños en longitud y ancho, y de menor peso. La aceptación de este tipo de granos por la industria, queda condicionada a que su tamaño sea igual o aproximadamente igual al tamaño del grano primario, situación que es muy poco común y se presenta en casos muy particulares.

Un método práctico para estimar - con relativa certeza - el tamaño, forma, llenado (volumen) y uniformidad del grano, es a través de la medición del calibre de grano. Para esta medición se utilizan dos cribas: una con perforaciones de 1,75 x 20,00 mm, y otra de 1,50 x 12,00 mm. Sobre la primera criba quedan retenidos los granos que constituyen la materia útil; en la segunda criba, los granos finos o delgados, no aptos para el proceso de pelado, e impurezas.

6.1.4 Color de la cáscara

El color de cáscara blanco o amarillo es el requerido para procesar industrialmente la avena. En tanto, los colores negro, gris, rojo o café no son aceptados, y son causal de rechazo; ya que la presencia de partículas de éstos, en copos, harina, hojuelas, porridge u otro tipo de alimento, alteran la calidad final del producto y no son aceptados por los consumidores.

6.1.5 Aristas o barbas

Los granos para fines industriales deben ser míticos (sin aristas o barbas). Los

granos con aristas fuertemente adheridas a la lemma son causa de eliminación, debido a su difícil eliminación en el proceso mecánico de pelado del grano. Sólo en casos muy particulares, en que las aristas puede ser fácilmente eliminadas en la cosecha o durante el proceso de extracción de grano pelado, estos podrían ser aceptados.

6.1.6 Granos triples

Al analizar la uniformidad de los granos (punto 6.1.3) se discutió el uso de los granos dobles, y cuando éstos pueden o no ser aceptados para uso industrial; pero, hay variedades de avena que forman espiguillas con granos triples: grano primario, grano secundario y grano terciario. Este último se caracteriza por ser más pequeño (menor longitud y ancho) y de menor peso de grano que los otros dos tipos, que la hace indeseable y motivo de rechazo (Kasahara, 1970; Beratto, 1978)

6.2 PATRONES INTERNACIONALES DE CALIDAD (AVENA BRUTA)

Se entiende como avena bruta a todos los «granos cubiertos» obtenidos directamente en la cosecha, que para fines industriales deben estar libres de: (a) materias extrañas (restos de paja, aristas, piedras y otros); (b) semillas de malezas; (c) otros tipos de semilla (trigo, cebada); (d) otros tipos de semillas de avena (avenas negras, grises, etc.) y (e) de materias contaminantes que alteren el sabor y olor del producto final.

Cumplidos los requisitos indicados en el punto 6.1, más los anteriormente mencionados, las avenas de granos cubiertos deben tener los requisitos que a continuación se indican:

6.2.1 Peso de hectolitro

El peso de hectolitro de las avenas de grano cubierto no debe ser inferior a 49 kg. hl⁻¹. Sin embargo, el comprador privilegiará la compra de avenas cuyos pesos de hectolitro sean superiores a este valor, que a su vez tendrán un mayor grado de aceptación tanto en el mercado nacional como externo (ver 4.1).

6.2.2 Contenido de humedad

El contenido máximo de humedad no debe ser superior a 13%. Contenidos superiores, favorecen los aumentos de temperatura, proliferación de hongos, cam-

bios en el olor y sabor (rancidez) natural de los granos, y por tanto, alteran la calidad de éstos, tanto en el almacenamiento como el transporte de los granos, constituyéndose en una importante causal de rechazo.

6.2.3 Contenido de proteína

En general, el porcentaje mínimo de proteína fluctúa entre 11,5 a 12%, sujeto a las normas establecidas por el comprador.

6.2.4 Contenido de fibra cruda

El contenido máximo de fibra cruda no debe ser superior a 12%.

6.2.5 Acidez grasa

El contenido de acidez grasa máximo no debe exceder el 7%, expresado como ácido oleico. Las avenas tienen un alto contenido de ácidos grasos (palmítico, oleico y linoleico), comparativamente con los otros cereales, y pueden ocasionar serios problemas de rancidez, especialmente si los contenidos de humedad exceden el 13%.

6.2.6 Materias extrañas

En la comercialización de las avenas de grano cubierto deben tomarse todas las medidas para eliminar, lo que se ha denominado materias extrañas, semillas de malezas, semillas de otros cereales u otras plantas cultivadas, como se ha señalado con anterioridad. El objeto, es garantizar la comercialización de un grano limpio y de alta pureza, que asegure la calidad del producto final. El máximo de tolerancia de materias extrañas no debe superar el 4%.

6.2.7 Avenas negras u oscuras

Los granos de lemma y palea de color negro u oscuro son definitivamente rechazados. En general, las sementeras de cereales, especialmente en la zona avenera del país, están infestadas con avenilla (*Avena fatua* L.), cuya lemma y palea es de color negro a gris, y además aristado. Ambas características son causal de rechazo.

6.2.8 Materias contaminantes

Los granos deben estar libres de materias que alteran el olor y sabor natural de la avena, como: polvo de trumao, harina de pescado, herbicidas, entre otros. Por tanto, los lugares de almacenamiento deben cuidarse con extrema rigurosidad, mantenerse limpios y protegidos de plagas y roedores, como también de todos aquellos

productos que pueda transmitir y transferir olores y sabores que alteren y contaminen la materia prima natural. Los últimos, deben guardarse fuera del lugar de almacenamiento de los granos y lo suficientemente alejado de éstos.

Además, es recomendable emplear pesticidas autorizados para mantener la sanidad de los granos destinados a alimentación humana y animal, y efectuar revisiones y desinfecciones periódicas con el fin de prevenir posibles contaminaciones.

7. CALIDAD DEL GRANO PELADO

El grano pelado o cariopse de avena, es la materia prima básica de la industria. Este debe ser de color claro a amarillo, libre de pubescencias (tricomas), y si los tiene deben ser escasos y cortos. Esta es una característica genética intrínseca o propia de las variedades, que no es modificada por el medio ambiente, ni por las prácticas culturales de manejo del cultivo.

7.1 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

7.1.1 Tamaño. El grano pelado debe tener una longitud promedio de 6 mm. y ancho promedio de 2,5 mm.

7.1.2 Llenado. El grano pelado debe tener un peso promedio de 22 mg.

7.1.3 Color. El grano pelado debe tener color claro a amarillo, y en lo posible libre de pubescencias.

7.2 PATRONES INTERNACIONALES DE CALIDAD

Los requisitos de calidad de las avenas de grano pelado son los que se indican a continuación:

7.2.1 Granos cubiertos

Las avenas con granos cubiertos no deben exceder de 50 unidades (granos) en una muestra de 100 g. de avena pelada.

7.2.2 Cáscaras de avena

Estas tienen una tolerancia máxima de 10 unidades en una muestra de 100 g. de avena pelada.

7.2.3 Granos de trigo y cebada

La tolerancia máxima de presencia de granos de trigo y cebada, independientemente una de otra, no debe exceder las 5 unidades por muestra de 100 g. de avena pelada.

7.2.4 Otros granos

La presencia de granos de plantas cultivadas y malezas, distintas a las indicadas anteriormente, es causal de rechazo

7.2.5 Materias contaminantes

Las avenas peladas deben estar libres de todo tipo de materias contaminantes, cualquiera sea la naturaleza de éstas.

7.2.6 Contenido de humedad

El porcentaje de humedad del grano pelado no debe exceder al 8%

7.2.7 Acidez grasa

El contenido de acidez grasa no debe exceder a 7% de grasa, expresado como ácido oleico

7.2.8 Prueba organoléptica

Los granos pelados no deben tener aroma, olor, ni sabor diferente, al natural y propio del grano de avena.

8. CONSIDERACIONES OPERATIVAS EN LOS ANÁLISIS DE AVENA

Los análisis de avenas de grano cubierto para uso industrial, en la gran mayoría de los casos, deben cumplir con los requisitos establecidos en el capítulo 6, para ser aceptadas por las agroindustrias, como también por el mercado interno y externo de colocación de este cereal. En la actualidad, tales requisitos se han ido convirtiendo en una exigencia, la que seguirá acentuándose en el futuro.

Hay algunos de estos requisitos que, si bien no son causa de rechazo total por no cumplir a plenitud con todos o algunos de los requisitos de calidad establecidos, son motivo de correcciones o ajustes, con el objeto de determinar el rendimiento industrial.

8.1 CORRECCIONES

8.1.1 Granos dobles

La importancia de los granos dobles, formados de granos primarios y secundarios, ha sido tratada en el punto 6.1.3. El porcentaje de éstos en una muestra analizada en el laboratorio, en algunos casos, es motivo de corrección. El porcentaje de corrección varía entre empresas. Partiendo del supuesto que se analiza una muestra de 100 g de avena cubierta, y que ésta tiene un 2% de granos dobles y que la corrección es de un 10% sobre el total de granos dobles presentes en la muestra, la materia útil obtenida será igual a $100 - 0,2\%$, o sea 99,80%.

8.1.2 Otros granos

Los porcentajes de presencia, en la muestra de 100 g de avena cubierta, de semillas de: malezas (avenilla, rábano, ballica, etc), otros cereales (trigo, triticale, cebada, etc.) u otras plantas cultivadas; también es corregido de la muestra total. Si la muestra contiene: 0,05% de avenilla; 0,10% de trigo y 0,10% de cebada, la suma de éstos (0,25%) será causa de corrección en la muestra analizada, y la materia útil será igual a 99,75%.

8.1.3 Restos

Los porcentajes de materias extrañas (restos de paja, piedras, etc.), presentes en la muestra, también serán motivo de corrección. Si la muestra contiene 0,05% de

paja y 0,70% de piedras, la materia útil será igual a 99,75%.

8.1.4 Impurezas

Se considera como impurezas la suma de: otros granos (8.1.2) y de los restos (8.1.3); en el ejemplo, la suma de 0,25% y 0,75%, respectivamente.

8.2 MATERIA UTIL

La materia útil es la resultante de la muestra original, menos las correcciones por granos dobles (0,20%) y por impurezas (1,00%). Por tanto, la materia útil del ejemplo expuesto es el que se indica:

Materia útil = Muestra % - (Granos dobles % - Impurezas %)

Materia útil = 100% - (0,2% - 1%) = 98,8%

8.3 RENDIMIENTO INDUSTRIAL

Rendimiento industrial es la resultante del producto entre la materia útil y la EGP. Como la materia útil corresponde a granos cubiertos, el rendimiento industrial se calcula corrigiendo la materia útil por la EGP promedio de la variedad, que fluctúa entre 62 a 70%, según la variedad utilizada. Si la EGP tiene un valor de 67%, el rendimiento industrial es el que se indica:

Rendimiento industrial = Materia útil (98,8%) x EGP (67%) = 66,20%

9. VARIEDADES DE AVENA

El origen, cruce y pedigree, descripción morfológica de la planta, características agronómicas y enfermedades, calidad, zona de cultivo y época de siembra de algunas de las variedades incluidas en este boletín, se describen en las referencias que se indican: Nehuén INIA (Beratto, 1976; 1981), Llaofén INIA (Beratto, 1982 a; 1982 b), Saturno INIA (Beratto, 2000), Urano INIA (Beratto y col, 1992; Beratto y col, 1994), Neptuno INIA (Beratto, 2001; Beratto y col, 2001). Un resumen, de las principales características agronómicas y fisiológicas de estas variedades, se presentan a continuación.

Neptuno INIA. Hábito de desarrollo alternativo. Hábito de crecimiento, en la macolla, erecto. Largo de ciclo: precoz. Resistente a oidio (*Erysiphe graminis* DC. F. sp. *avenae* Em. Marchal.) y moderadamente resistente a la roya de la hoja (*Puccinia coronata* Cda.). Tolerante al virus del enanismo amarillo de la cebada (VEAC). Moderadamente susceptible a la tendadura. Se recomienda su cultivo, desde la Región Metropolitana hasta la Región de Los Lagos (X).

Urano INIA. Hábito de desarrollo alternativo. Hábito de crecimiento, en la macolla, erecto. Largo de ciclo: intermedio (más tardía que Nehuén). Resistente a oidio y a roya de la hoja. Tolerante al virus del enanismo amarillo de la cebada. Susceptible a la tendadura. Se recomienda su cultivo, desde la Región Metropolitana a la Región de Los Lagos (X).

Saturno INIA. Hábito de desarrollo alternativo. Hábito de crecimiento, en la macolla, erecto. Largo de ciclo: muy precoz (más precoz que Nehuén). Moderadamente resistente a oidio y resistente a roya de la hoja. Moderadamente tolerante a enanismo amarillo de la cebada. Resistente a la tendadura. Se recomienda su cultivo, desde la Región Metropolitana hasta la Región de La Araucanía (IX).

Llaofén INIA. Hábito de desarrollo alternativo. Hábito de crecimiento, en la macolla, erecto. Largo de ciclo: intermedio (más tardía que Nehuén). Moderadamente susceptible a oidio y resistente a roya de la hoja. Moderadamente tolerante a enanismo amarillo de la cebada. Resistente a la tendadura. Se recomienda su cultivo, desde la Región del Bío Bío (VIII) hasta la Región de Los Lagos (X).

Nehuén INIA. Hábito de desarrollo alternativo. Hábito de crecimiento en la macolla erecto. Largo de ciclo: precoz. Moderadamente susceptible a oidio y resistente a la roya de la hoja. Tolerante al virus del enanismo amarillo de la cebada. Resistente a la tendadura. Se recomienda su cultivo, desde la Región Metropolitana hasta la Región de La Araucanía (IX).

Las características más importantes de calidad física y bioquímica del grano de estas variedades se muestran en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Rango de características físicas y bioquímicas del grano cubierto de algunas variedades comerciales de avena en Chile.

Variedad	Parámetros de Calidad					
	P. hectolitro kg hl ⁻¹	EGP (%)	RM	CDD	Proteína (%)	A. Grasos Total (%)
Neptuno	50,7 - 57,2	63,6 - 74,0	1,35 - 1,58	0,99	10,8 - 15,1	---
Pepita	51,5 - 55,6	59,6 - 64,3	1,56 - 1,68	---	---	---
Urano	52,6 - 56,5	64,4 - 70,7	1,41 - 1,55	0,99	9,8 - 14,8	95,4
Saturno	45,6 - 51,9	47,0 - 67,5	1,48 - 2,13	0,97	10,4 - 12,9	92,9
Llaofén	46,9 - 54,5	52,2 - 66,1	1,51 - 1,92	0,96	10,3 - 14,8	95,0
Nehuén	48,5 - 53,0	53,7 - 66,2	1,51 - 1,86	0,97	9,5 - 12,3	94,8

LITERATURA CITADA

- Anderson, W. J. 1984. Diet and cholesterol. The fiberfactor. Medical Center, Lexington, KY. 5p.
- Beratto M, Edmundo. 1976. Nehuén, nueva variedad de avena. Boletín Técnico N°13. Estación Experimental Carillanca, Temuco, Chile. 3p.
- Beratto M, Edmundo. 1981. Variedades comerciales de avena Nehuén, Ancafén, Yecufén. Boletín Divulgativo N°91. Estación Experimental Carillanca, Temuco, Chile. 11p.
- Beratto M, Edmundo. 1982a. Llaofén un nuevo cultivar de avena. Agricultura Técnica. 42 (4):359.
- Beratto M, Edmundo. 1982b. Llaofén: nueva variedad de avena con más rendimiento de grano. Investigación y Progreso Agropecuario Carillanca. 1(1):10-12
- Beratto M, Edmundo. 1991. Ensayos de rendimiento de avena, sembrados en invierno y primavera. Fitomejoramiento de avena. Informe Anual. Centro Regional de Investigación Carillanca, INIA, Temuco, Chile.
- Beratto M, E; Salvo G, H. y Rivas P, R. 1994. Urano INIA, nueva variedad industrial. Agricultura Técnica. 54(2):17-20.
- Beratto M, E. y Salvo G, H. 1992. Urano INIA, nueva variedad de avena con calidad industrial. Investigación y Progreso Agropecuario. 11(1):17-19.
- Beratto M, Edmundo. 2000. Importancia del cultivo de la avena en Chile. En O. Romero y E. Beratto (ed.). Variedades de avena y su utilización en producción animal e industrial. Boletín INIA N°34 (ISSN 0717-4829). Centro Regional de Investigación Carillanca, Temuco, Chile. p:14-17.
- Beratto M, Edmundo. 2000. Variedades de avena, rendimiento y calidad de grano. En O. Romero y E. Beratto (ed.). Variedades de avena y su utilización en pro-

ducción animal e industrial. Boletín INIA N°34 (ISSN 0717-4829). Centro Regional de Investigación Carillanca, Temuco, Chile. p:19-23.

- Beratto M, E. y Rivas P, R. 2001. Neptuno INIA, cultivar de avena (*Avena sativa* L.) de alta calidad industrial. Agricultura Técnica. 61(1):97-101.
- Beratto M, Edmundo. 2001. Avena. Agenda del Salitre 2001. Sociedad Química y Minera de Chile S.A. Undécima Edición, Santiago, Chile. 585-591p.
- Burrows, D. V. 1992. New role for oat based on canadian research and technology Annual Meeting of Canadian Seed Growers Associations, Guelph (Ontario).8p.
- Brownlee, H. J. and Gunderson, F. L. 1938. Oats and oat products, culture, botany, seed structure, milling, composition, and uses. Cereal Chem. 15:257-262.
- Findlay, W. M. 1956. Oats. Their cultivation and use from ancient times to the present day. Oliver and Boyd, London.
- Forsberg, A. R. and Reeves, D. L. 1992. Breeding oat cultivars for improved grain quality. In H. G. Marshall and M. E. Sorrels (ed.) Oat Science and technology. American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, USA.
- Frey, J. K. 1977. Protein of oats. Z. Pflanzenzüchtg. 78:185-215.
- Greig, R. B. and Findlay, W. M. 1907. The milling properties of oats. J. Bd. Agric. (London) 14:257-268.
- Hernández G, Claudio. 1994. Estudio comparativo de la calidad industrial y el rendimiento en grano de 12 cultivares de avena (*Avena sativa* L.) destinados alimentación humana. Tesis de grado. Universidad de la Frontera, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Temuco, Chile. 123p.
- Kasahara G, Ismael. 1970. Avena laminada enriquecida con concentrado proteico de pescado (FPC), a partir de una nueva variedad de avena (*Avena sativa* var. Ptnam 61) y de una variedad tradicional. Tesis de grado. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Escuela de Agronomía (Santiago, Chile).

- Kent, N. 1987. Tecnología de los cereales. Introducción para estudiantes de ciencias de los alimentos y agricultura. Editorial Acribia S.A. (España). 221p.
- MacKey, J. 1959. Hafer (*Avena sativa* L.) II. Morphology and genetics of oats. III. Genetics of some agronomic characters of oats. In H. Kapper and W. Rudolf (ed.) Handbuch der Pflanzzüchtg. Band II: Züchtung der Getreidearten. Paul Parey, Berlin.
- Ohm, H. W. 1976. Response of 21 oat cultivars to nitrogen fertilization. Agron. J. 68:773-775.
- Pak, N; Araya, C y Vera, G. 1991. Fibra dietética soluble e insoluble en cereales y leguminosas cultivadas en Chile. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 40:1171-1990.
- Peterson, D; Wesenberg, M. D. and Burrows, D. V. 1995. (-glucan content and its relationship to agronomic characteristics in oat germplasm. Crops Science. 35:965-970.
- Peyrelongue C, Amelia. 1985. Informes Técnicos. INIA Carillanca.
- Peyrelongue C, Amelia. 1988. Informes Técnicos. INIA Carillanca
- Pomeranz, Y; Czuchajowska, Z; Shogren, M. D; Rubenthaler, G. L; Bolte, L. C; Jeffers, H. C. and Mattern, P. J. 1988. Hardness and functional (bread and cookie-making) properties of U.S. wheats. Cereal Foods World. 33:297-304.
- Robbins, G. S., Pomeranz, Y. and Briggie, L.W. 1971. Amino acid composition of oat groats. J. Agric. Food Chem. 10:536-539.
- Root, W. R. 1979. The influence of oat (*Avena sativa* L.) kernel and cariopsis morphological traits on grain quality characteristic. Ph.D. diss Univ. Of Wisconsin-Madison, Madison (Diss. Abstr. Int. 40:4070-B-4071-B (N° 8004738)).

- Salisbury, D. K. and Wichser, W. R. 1971. Oat milling systems and products. Bull. Assoc. Operative Millers. May: 3242-3247.
- Sunderman, R. 1931. Selection and grading requisite to oatmeal and production. Food Ind. 3:372-375.
- Scheneeman, B. O. 1987. Soluble versus insoluble fiber different physiological response. Food technology. 40:81-82.
- Stuthman, D. D. 2000. Notables resultados en investigación en avena. Diario Austral, 27. Noviembre. 2000, Temuco. p:A5
- Symons, S. J. and Fulcher, R. G. 1988. Relationship between oat kernel weight and milling yield. J. Cereal Sci.7:215-217.
- Villegas C, Rurik. 2000. Parámetros y métodos para determinar la calidad industrial en avena (*Avena sativa* L.). Tesis de grado. Universidad de la Frontera, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Temuco, Chile. 53p.
- Vetter, J. L. 1984. Fiber as food ingredient. Food technology. 38:64-69.
- Wu. Y. V; Stringfellow, A. C. And Bietz, J. A. 1990. Relation of wheat hardness to air-classification yields and flour size distribution. Cereal Chem. 67:412-427.
- Youngs, V. L. and Forsberg, A. R. 1987. Oat. In R.A. Olson and K.J. Frey (ed.). Nutritional quality of cereal grains: Genetic and agronomic improvement. Agron. Monogr. 28. ASA, Madison, WI.

NUEVAS TENDENCIAS EN LA COMERCIALIZACIÓN DE AVENA

Paulina Benavides C.¹

1. INTRODUCCIÓN

Históricamente la IX Región se caracteriza por concentrar la producción cerealera del país. Aunque el principal cultivo es el trigo, la avena surge como una interesante alternativa de negocios, debido a que ya no es destinada sólo a alimentación animal, sino también a consumo humano, que presenta tendencias crecientes en el mundo y, especialmente, en países en vías de desarrollo.

Por otra parte, las características climáticas de la región le son favorables para su crecimiento y desarrollo, y permiten que este cereal, incluido en las rotaciones, potencie la producción de trigo.

En los últimos años, se han incrementado las exportaciones de avena tanto cubierta como mondada y aplastada, y resulta alentador constatar como, progresivamente son los mismos productores los que han empezado a participar del proceso exportador.

Los antecedentes que se presentan corresponden a un extracto de un Estudio de Mercado realizado por el Departamento de Estudios y Proyectos de la Sociedad de Fomento Agrícola de Temuco, a solicitud de un grupo de agricultores asociados en un Pre-Profy y cofinanciado por CORFO.

¹ Paulina Benavides Castillo, Ingeniero Comercial, Jefe de Estudios y Proyectos, Sociedad de Fomento Agrícola de Temuco, A.G.

2. ANÁLISIS DE LA OFERTA DE AVENA A NIVEL NACIONAL Y MUNDIAL

2.1 OFERTA NACIONAL DE AVENA

En la Figura 1 se muestra la evolución nacional de la superficie y producción de avena entre las temporadas 1979/1980 y 2001/2002. La superficie promedio en los últimos 5 años ha sido de 85.170 ha, menor en un 18% respecto del pick de la temporada 1996/1997.



Figura 1. Superficie y producción nacional de avena.
Fuente: Elaboración propia en base a datos de ODEPA.

La producción, presenta una tendencia creciente, debido a un aumento en los rendimientos nacionales promedio de 18,7 a 38,4 qq/ha⁻¹ en el período de análisis. La producción nacional promedio entre las temporadas 1997/1998 y 2000/2001 fue de 260.974 toneladas.

La participación regional, según datos de la última temporada, se concentra en las regiones VIII, IX y X. En la IX Región se siembra un 58% de la superficie y se

obtiene un 62% de la producción nacional; seguida de la VIII Región con un 28% y 25% respectivamente, y finalmente por la X con un 11% de la superficie y producción nacional.

El uso de avena ha sido históricamente la alimentación animal en el mercado interno. Sin embargo, en los últimos años ha surgido como un importante producto de exportación nacional y especialmente regional.

En el Cuadro 1, se muestran los principales formatos de exportación de avena.

Cuadro 1. Principales formatos de exportación de avena.

Producto	Glosa Arancelaria Chilena	Especificación
Avena	1004.0000	Avena cubierta o sin procesar
Granos aplastados y en copos	1104.1200	Copo: Hojuela
Avena en granos: Mondados, Perlados, Troceados o Triturados	1104.2200	Mondado: pelado Perlado: redondeados Troceados: granos partidos en tres partes

2.2 EXPORTACIÓN NACIONAL DE AVENA CUBIERTA

Chile, en los últimos cinco años, ha exportado en promedio US\$1 millón, con una fuerte caída en 1999, de aproximadamente un 69%, y con una baja de 50% en el 2000, respecto al año anterior. Esta situación se revierte muy positivamente para el país el 2001, donde las exportaciones de avena cubierta aumentaron en un destacado 447%. (Figura 2).

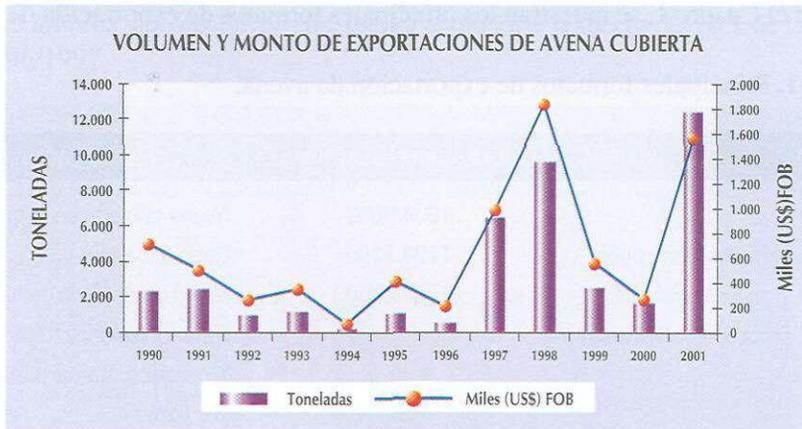


Figura 2. Volumen y monto de exportaciones de avena cubierta
Fuente: Elaboración Propia en base a información de ODEPA

Los destinos más importantes de la avena cubierta nacional (Cuadro 2), han sido Perú y Ecuador, con una participación de 78% y 17% respectivamente en el 2001. En el año 2000, el 77% de las exportaciones eran hacia Perú, seguido por Venezuela con un 9%.

Cuadro 2. Exportaciones Chilenas de Avena Cubierta (toneladas)

PAIS	1997	1998	1999	2000	2001
ARGENTINA		388	433	15	25
BRASIL		15			
BOLIVIA			42		
COLOMBIA	518	2.929		30	15
COSTA RICA		27		77	
ECUADOR	270	1.790	1.743		2.247
PANAMA	283	665	286	57	133
PERU	5.653	4.028	69	1.540	10.081
REPUBLICA DOMINICANA		80		100	196
VENEZUELA	115	138	364	190	246

Fuente: ODEPA

Perú es el principal comprador de avena, exportándose hacia este país aproximadamente US\$541.000 en promedio entre 1997 y el 2001 (4.274 ton), con una tendencia a la baja durante este período, que incidió en la caída del total de las exportaciones en alrededor de un 73%, situación que en el 2001 se revirtió bruscamente, aumentando en un 482% dichos montos (10.081 ton).

Las exportaciones a Ecuador han presentado un comportamiento distinto. Estas se iniciaron en 1995. Entre 1997 y 1998 hubo un aumento de 536%, mientras que durante 1998 y el 2001 se vendieron 1.926 ton en promedio por año, con un alza de un 17% aproximadamente en el período 1998-1999, para luego en el 2000 no registrar exportaciones de avena a dicho país, volviendo a aparecer en el 2001 con exportaciones que bordearon los US\$318.000 (2.247 ton).

Otros dos mercados los constituyen Panamá y Venezuela con un 1% y 2% de participación respectivamente el 2001. Panamá ha sido un mercado constante, aunque en declinación desde 1998. La mayor exportación se registró en 1998 con 665

ton, durante el 2001 se exportaron 133 ton. Venezuela ha sido un destino constante, registrándose un promedio de 211 ton entre 1997 y 2001.

2.3. EXPORTACIÓN NACIONAL DE AVENA MONDADA

La Figura 3 muestra la evolución del volumen en toneladas y monto en miles de dólares FOB de avena mondada.

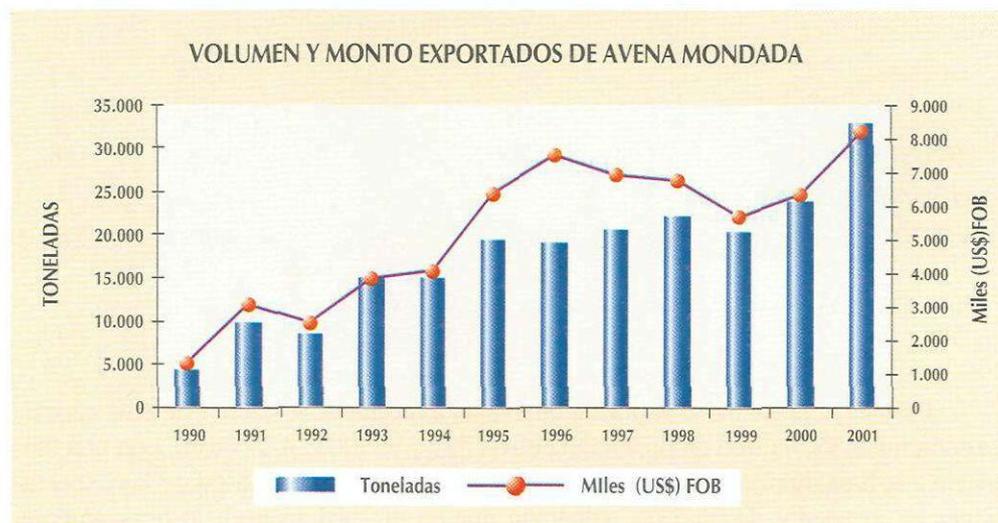


Figura 3. Volumen y Montos Exportados de avena mondada
Fuente: Elaboración Propia en base a información de ODEPA

Los principales destinos (Figura 4) son: Perú, Colombia, Ecuador y República Dominicana. Durante el 2000, Perú presentaba un 45% aumentando a un 50% en el 2001, mientras que Colombia aumentó de 14% a 26% entre el 2000 y 2001, Ecuador disminuyó de 15% a 13% y República Dominicana se mantuvo en un 9% de participación.



Figura 4. Principales Destinos de Exportación de Avena Mondada 2001
Fuente: Elaboración Propia en base a Información de ODEPA.

Perú es el principal mercado de exportación, con una tendencia creciente desde 1991. El promedio de exportaciones desde 1997 a 2001 fue de 12.800 ton, registrándose en el 2001 una exportación 14.996 ton., por un monto de M\$8.284 FOB.

Colombia también presenta una tendencia creciente, excepto por una baja entre 1997 y 1998 de 45%, retomando la tendencia en 1999. Las exportaciones promedio entre 1997 y 2001 fue de 4.013 ton, alcanzando en el 2001, 8.447 ton que significaron un 153% de aumento respecto al año anterior.

Ecuador es el tercer destino en importancia, aunque con un comportamiento fluctuante, registrando una disminución de 65% entre 1990 y 1991, luego un aumento de 194% entre 1995 y 1996 y por último un aumento de 153% entre el 2000 y el 2001.

República Dominicana registra importaciones de Chile desde 1996, registrando un pick en 1998 de 3.698 ton. Las exportaciones promedio entre 1997 y 2001 fueron de 2.846 ton. y en el 2001 se exportaron 2.982 ton.

Hay otros tres destinos menores de exportación, pero importantes de analizar: Costa Rica importó el 2001 (cifras de 1998), 1.246 ton.; Venezuela registra importaciones de Chile constantes, con un pick en 1998 de 2.260 ton para luego disminuir en un 76%, con un promedio en los últimos tres años de 632 ton.; Bolivia partió en 1993 con importaciones de Chile, con una tendencia creciente que alcanzó las 672 ton en 1999, luego decreció un 40% en el 2001 llegando a 449 ton.

2.4. EXPORTACIÓN NACIONAL DE AVENA APLASTADA

La Figura 5 muestra la evolución del volumen en toneladas y monto en miles de dólares FOB de avena aplastada.

La oferta exportable de Chile de avena aplastada o en copos está dentro de lo denominado como glosa arancelaria «Avena Aplastada», cuyo código arancelario es 1104.1200.



Figura 5. Volumen y monto exportados de avena aplastada

El principal destino de la avena aplastada es Ecuador (Cuadro 3) con una participación del 84% en 2001, observándose un aumento de 12% respecto al 2000. En segundo lugar se encuentra Venezuela con un 21% de participación en 2000 para pasar a un 9% en 2001.

Desde 1999 se observan exportaciones a Ecuador de avena aplastada, produciéndose incrementales de 223% entre 1999 y 2000 y de 100% entre 2000 y 2001. En 2001 se registraron 8.435 ton de exportaciones.

A Venezuela se exporta desde 1995, y la mayor exportación registrada en el 2000 fue de 1.221 ton, para luego disminuir a el 2001 a un 33% con 917 ton; el promedio entre 1997 y 2001 fue de 642 ton.

Otros mercados son Colombia y Perú. A Colombia se exporta avena aplastada desde 1997, registrándose una baja de 94% entre 1999 y 2000 para llegar a 410 ton en 2001, retomando los valores de 1999. Perú fue un importador importante con un promedio de 1.246 ton entre 1990 y 1993, luego pasó a un decrecimiento constante desde 1996, llegando a importar desde Chile sólo 3 ton en 2001.

Cuadro 3. Exportaciones de Avena Aplastada o en Copos (toneladas)

PAIS	1997	1998	1999	2000	2001
BOLIVIA	7	0,876	0,026	50	
COLOMBIA	26	227	421	27	410
ECUADOR			1.306	4.214	8.435
GUATEMALA	75	100	52	312	181
PANAMA			26		130
PERU	134	77	28	3	3
VENEZUELA	450	425	199	1.221	917

2.5 CONSOLIDADO DE EXPORTACIÓN NACIONAL DE AVENA

Para consolidar los volúmenes de los tres tipos de exportaciones de avena (entera, mondada y aplastada) es necesario realizar un ajuste (Cuadro 4), ya que el proceso de aplastado y mondado tiene un 40% de pérdida aproximada por eliminación de la cáscara del grano. Por lo tanto, para comparar y saber cuánta avena está siendo exportada, se debe dividir el volumen de exportación de avena mondada y perlada por 0,6.

Cuadro 4. Consolidado de exportación nacional de avena

AÑOS	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Entera	2.659	2.870	1.338	1.529	521	1.454	898	6.913	10.061	2.939	2.009	12.969
Mondada	7.233	16.603	13.957	25.223	25.045	32.498	31.677	34.327	37.008	34.165	40.102	55.143
Aplastada	3.672	1.112	2.827	2.005	1.445	1.943	1.102	1.152	1.383	3.440	9.712	16.792
Total												
Ajustado (Ton)	13.564	20.585	18.121	28.757	27.011	35.896	33.676	42.391	48.453	40.544	51.822	84.904

En la Figura 6 se observa que la mayor exportación de avena se hace bajo el formato Mondado o Perlado, seguido por la avena Aplastada y la avena Entera cubierta. Igualmente, se observa una tendencia creciente de exportación de avena al sumar los tres formatos de exportación. Considerando el ajuste, se puede decir que Chile destina a la exportación 84.904 toneladas de avena.



Figura 6. Formatos de exportación de avena en Chile.

3. OFERTA MUNDIAL DE AVENA

3.1 ANTECEDENTES DE PRODUCCIÓN, SUPERFICIE Y RENDIMIENTOS

En la Figura 7 se puede apreciar la producción mundial de avena entre los años 1990 a 2001.

El principal productor de avena es Rusia, con una participación de casi un 28% del total del promedio de producción mundial entre 1995 y 2001. Representado por alrededor de 11 millones de toneladas al año en 1992 y 8 millones de toneladas en 2001, implica un promedio aproximado de 7 millones en dicho período. Canadá, por su parte, destaca como el segundo mayor productor de avena, con una participación de casi un 14% del total del promedio de producción mundial entre 1995 y 2001, presentando una tendencia al alza de aproximadamente un 2,8% en el período 1990/2001, produciendo un promedio de 3,4 millones de toneladas al año.

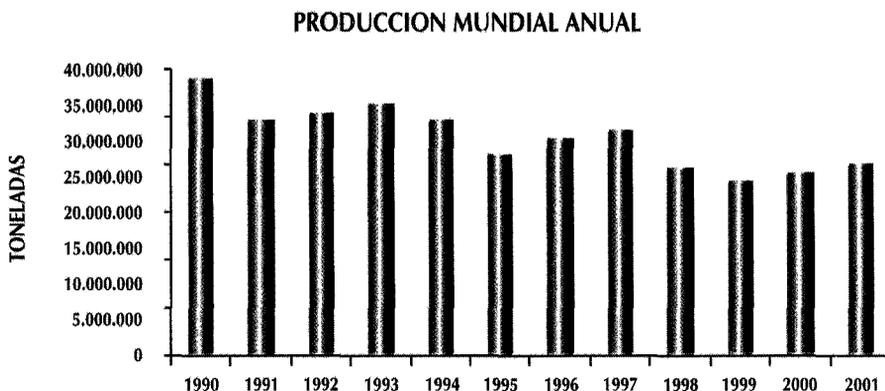


Figura 7. Producción mundial de avena

Dentro del hemisferio sur, el mayor productor de avena continúa siendo Australia, desde hace varios años, y dentro de Latinoamérica, sus grandes representantes son Argentina en primer lugar, y Chile en segundo, quienes en conjunto aportan un 2,8% de la producción promedio mundial de avena entre 1995-2001.

Es importante destacar que las zonas productoras se encuentran ubicadas donde predominan climas fríos, concentrándose la producción entre las latitudes 35 y 50° norte, y 30° y 50° sur. Además, cabe señalar que en la década pasada, producto de los problemas de los países de la ex Unión Soviética, se presentaron algunas disminuciones de siembras y de producción de avena, las cuales afectaron a la Oferta Total.

De acuerdo al Ranking compuesto por los 20 productores más grandes del mundo, a nivel de países americanos, Canadá se presenta como líder, con 3,4 millones de toneladas al año en promedio (entre 1995/2001), como se mencionó anteriormente. En segundo lugar se encuentra Estados Unidos, con una producción promedio de 2,2 millones de toneladas al año, presentando una tendencia negativa de -27,45% desde 1995, año en que llegó a cosechar 2,3 millones de toneladas. La participación de Estados Unidos dentro de la producción mundial promedio equivale a un 8,64%.

En tercer lugar se encuentra Argentina con una producción promedio de 462 mil toneladas de avena al año, durante el período 1995/2001. Presentando un comportamiento fuertemente alcista desde 1995 de aproximadamente 121%, pero bajista respecto a 1990 (-17,14%) y finalmente se encuentra Chile en cuarto lugar, como uno de los grandes productores americanos, aportando a la Oferta Total alrededor de 256 mil toneladas anuales (1995/2001), y con una tendencia al alza de 67,68% en el mismo período, llegando a cosechar el año recién pasado, 344 mil toneladas de avena en grano aproximadamente. Este aporte representa un 1.01% de la producción mundial.

Con respecto al rendimiento de los países productores de avena, el productor más grande (Rusia) se encuentra en el 44° lugar a nivel mundial, con un promedio de 13,8 qq/ha⁻¹ anuales.

Cabe destacar que a nivel mundial, los únicos países americanos que presentan los mayores rendimientos dentro de los 20 más grandes, son Chile y Canadá. Chile se encuentra en 15° lugar dentro de los 20 países de mayor rendimiento en el mundo, y 1° dentro de los países americanos, equivalentes a 30,3 qq/ha⁻¹ anuales en promedio, durante el período 1995/2001. Presenta tendencia alcista en dicho rendimiento, que bordea el 40% respecto al año 1995. En segundo lugar se ubica Canadá - primer gran productor de avena en América - en el 18° lugar a nivel mundial, y 2° de América, con un rendimiento de alrededor de 24,3 qq/ha⁻¹ en promedio durante el mismo período de estudio que Chile, la cual ha disminuido en casi un 16% desde 1995, obteniendo en el año 2001 un rendimiento de 21 qq/ha⁻¹. El resto de los grandes productores de América, como Estados Unidos, Australia y Argentina, presentan rendimientos promedios (entre 1995-2001) de 21,4 qq/ha⁻¹, 17,6 qq/ha⁻¹ y 16,2 qq/ha⁻¹ respectivamente.

3.2 ESTADÍSTICAS DE EXPORTACIÓN MUNDIALES

3.2.1 Ranking Mundial

Al analizar las exportaciones mundiales se observa (Cuadro 5) que en términos de volúmenes, el número uno es Canadá, seguido por Suecia, Finlandia y Australia. No obstante, Suecia (segundo exportador) representa sólo el 29% de lo exportado por Canadá. Chile se encuentra en el lugar N° 18.

Cuadro 5. Exportaciones mundiales de avena cubierta

Exportaciones cant. (ton)	Promedio 5 años
Canadá	1.348.350
Suecia	390.678
Finlandia	282.237
Australia	188.795
Reino Unido	76.392
Francia	70.929
Ucrania	33.095
EEUU	31.242
Alemania	27.813
España	26.572
Kazajstán	25.971
Irlanda	10.029
Polonia	7.668
Países Bajos	6.977
Austria	6.637
Hungría	5.738
Argentina	5.704
Chile	4.631

Fuente : FAO

3.2.2 Ranking América

Si se comparan los países de América, se observa (Cuadro 6) que las exportaciones son lideradas por Canadá, seguido por Estados Unidos, Argentina y Chile en cuarto lugar.

Cuadro 6. Exportaciones mundiales de avena cubierta.

Países de América	Promedio en miles de toneladas
Canadá	1.348.350
EEUU	31.242
Argentina	5.704
Chile	4.631
Brasil	904
Paraguay	107
México	22
Bolivia	22
Uruguay	19
Guatemala	19
Venezuela	7
Colombia	5
Costa Rica	4
Ecuador	2
Nicaragua	0
Honduras	0

Fuente: FAO

4. ANÁLISIS DE LA DEMANDA DE AVENA

4.1 CONSUMO DE AVENA EN AMÉRICA

En base a la información obtenida de los registros de FAO, se logró representar el consumo por cápita promedio de América durante el período 1998 - 1999, en Figura 8.

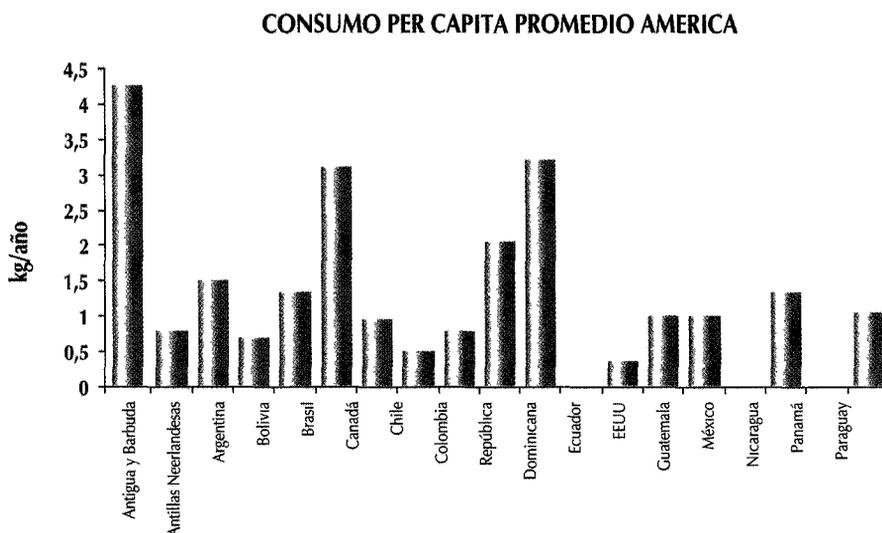


Figura 8. Consumo per cápita promedio de avena en América.

En la figura 8 puede observarse que el consumidor más grande de avena es Antigua Barbuda con un consumo promedio de 4,3 kg/año por persona, presentando una mínima tendencia a la baja de aproximadamente un 2,3%. A continuación le siguen Estados Unidos, Canadá y Ecuador con consumos por sobre los 2 y 3 kg/año por persona en promedio, siendo Ecuador el único país con tendencia al alza de un 93%. Menores consumos presentan países como Argentina, Brasil, Perú, Venezuela, Chile, Nicaragua y Panamá, con más de 1 kg/año por persona en promedio, demostrando un importante aumento de éste alrededor de un 32%, excepto Perú y Venezue

la, los que disminuyeron su consumo aproximadamente en un 23% promedio. En general, durante el mismo período, los países americanos aumentaron el consumo per cápita de avena en un 3%, exceptuando Canadá y Antigua Barbuda, quienes a pesar de ser grandes productores y exportadores disminuyeron su consumo en un 23% y 2,3% respectivamente.

4.2. CONSUMO DE AVENA EN AMÉRICA DEL SUR

Para analizar el consumo per cápita de avena en América del Sur, se utilizaron los datos del período 1990-1999 (Figura 9).



Figura 9. Consumo per cápita de avena en Sudamérica.

En términos generales, el consumo per cápita de avena de los países sudamericanos ha aumentado en promedio 19,54%, entre 1998 y 1999 aproximadamente. En 1998 el consumo promedio alcanzaba 0,87 kg/año por persona, mientras que en 1999 bordeaba 1,04 kg/año.

Ecuador presenta el mayor consumo por persona de avena en el período 1998-1999, el cual bordeó los 2,05 kg/año en promedio, registrando una fuerte disminución en 1991 (0,4 kg/año) y 1995 (1,1 kg/año), pero con una tendencia general al incremento.

A continuación le siguen Argentina, Brasil y Chile con un comportamiento similar de tendencia a aumentar su consumo per cápita, en un 30,77%, 45,45% y 11,11% respectivamente en el período 1998-1999; siendo su consumo de 1,5 kg/año (Argentina), 1,35 kg/año (Brasil) y 1 kg/año (Chile) en promedio por persona.

El resto de los países sudamericanos también han presentando una tendencia al alza en dicho período (1998-1999), con consumos per cápita menores a 1 kg/año en promedio exceptuando Venezuela y Perú, quienes presentaron una reducción en su consumo per cápita de un 25% y 20% respectivamente.

En general, Sudamérica ha tenido un comportamiento estable a lo largo de la década de los 90, manteniendo un consumo per cápita promedio entre 0,5 kg/año y 1 kg/año, con una tendencia al alza aproximada de 19,54% entre 1998 y 1999. Dentro de los países del MERCOSUR, Paraguay y Uruguay bajan el promedio, ya que su consumo per cápita ha sido muy bajo y casi nulo en algunos años. Paraguay por ejemplo, sólo presenta consumos en 1994 y 1995 de 0,1 kg/año, y Uruguay por su parte, no registra consumos de avena en el período estudiado (1990-1999). Bolivia y Colombia mantuvieron su consumo en 0,7 y 0,5 kg/año por persona durante 1998 y 1999, y su comportamiento ha sido estable durante toda la década de los 90.

En 1999, el consumo total de avena en grano de Sudamérica superó los 449 mil toneladas, con un promedio de 354 mil toneladas al año entre 1995/99, de los cuales MERCOSUR representa un 71% aproximadamente. Brasil es el consumidor más importante del Continente, con un 56,6% de participación del consumo total del Continente, y un 80% del MERCOSUR, con un consumo promedio que bordea las 200 mil toneladas anuales. Otros países consumidores de avena que se destacan son Perú y Argentina con un participación de un 9,9% en promedio del total del mercado sudamericano, Venezuela y Ecuador con un 7% y Chile con un 3% aproximadamente.

5. SISTEMA DE COMERCIALIZACIÓN DE AVENA A NIVEL NACIONAL

Para analizar el sistema de comercialización en Chile se partió identificando los actores participantes en la Industria de la Avena:

1. Productores
2. Corredores
3. Distribuidores de semilla
4. Empresas exportadoras
5. Empresas procesadoras



Figura 10. Canales de exportación de avena en Chile.

En la Figura 10, las líneas rojas simbolizan los nuevos canales a través de los cuales se exporta avena.

Productores:

Los productores participan del proceso, vendiendo su producción tanto a corredores, empresas exportadoras, plantas elaboradoras y distribuidoras de semillas. La producción que no venden a terceros la destinan a alimentación animal, semilla y en los últimos a exportación directa, principalmente avena entera (cubierta) y en casos puntuales, mondada.

Corredores:

En algunos casos actúan como intermediarios entre los productores y las plantas elaboradoras o empresas exportadoras. En otros casos actúan como exportadores directos, principalmente de avena entera. También se dedican a la intermediación de avena entera para alimentación animal.

Distribuidores de Semilla:

Estos actores compran la avena a los productores y luego la destinan a empresas exportadoras, a exportación directa y para alimentación animal.

Empresas Exportadoras:

Compran avena a los productores, distribuidoras de semillas, corredores y plantas industriales para luego exportar tanto avena cubierta como mondada y aplastada.

Empresas Procesadoras:

Las plantas procesadoras compran avena a productores y corredores y después de procesarla, venden avena mondada o aplastada para exportación en forma directa o mediante una empresa exportadora. Por otra parte, producen avena aplastada para consumo humano nacional, la que venden con marcas propias y una fuerte logística comercial y promocional.

En la Figura 11 se esquematizan los flujos de avena para toda la cadena a partir de los valores de 2001. Los parámetros bajo los cuales se construyó el esquema son los siguientes:

- Producción nacional 2001: 344.527 ton
- Exportaciones 2001: 84.904 ton
- Porcentaje destinado a forraje = 3%
- Porcentaje destinado a semilla = 8%

- Porcentaje destinado a alimentación animal: 59%
- Pérdida = 2%
- Importaciones 2001: 8,33 ton (ajustado)
- Consumo humano nacional = 18% = 46.732 ton (expresado en avena entera) o 28.044 ton (expresados en avena procesada).

En el esquema, los valores en toneladas son equivalentes a avena entera, aplicando el factor de ajuste (0.6) a las avenas procesadas y los porcentajes en función de la producción total.

Se puede observar que la avena destinada a procesamiento equivale a la suma de avena procesada destinada a exportación (71.935 ton) y la avena procesada destinada a consumo humana (46.732 ton) que representan un 61% y 39% respectivamente del total procesado. Por otra parte, de la avena destinada a exportación, el 65% se exporta mondada, el 20% aplastada y el 15% entera. A su vez, si se obtienen los porcentajes respecto al total producido se llega a que el 16% corresponde a mondada, 5% a aplastada y 4% a entera o cubierta.

Por lo tanto, sobre la base de los porcentajes anteriores y considerando los valores históricos de producción, exportaciones e importaciones se llegó a determinar que el consumo per cápita en Chile de avena es de 1,87 kg por persona, expresado en avena procesada. Esto equivale a 3,12 kg por persona expresado en avena entera o cubierta.

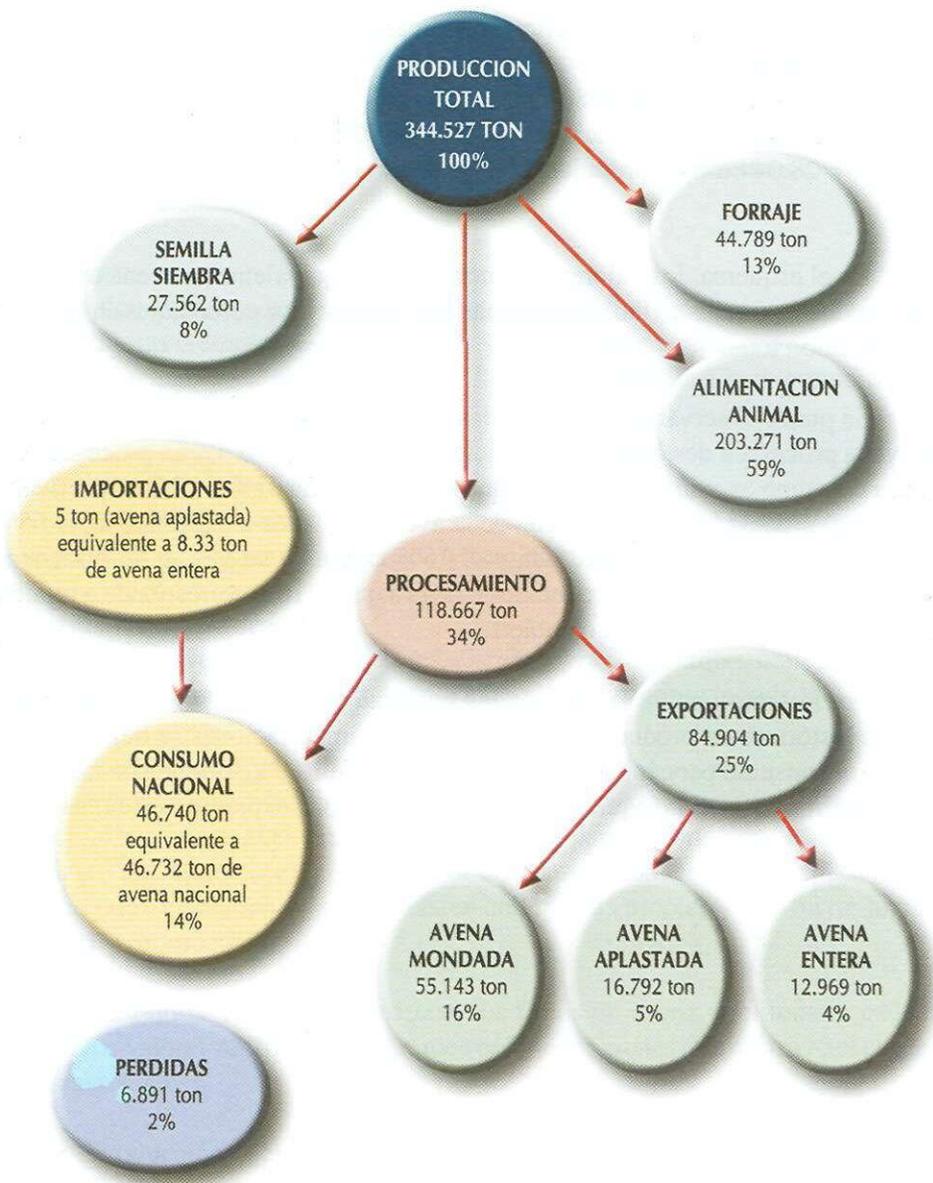


Figura 11. Canales de flujo de avena.

6. CONCLUSIONES

La industria de la avena se visualiza como una alternativa de cultivo rentable, bajo el nuevo escenario nacional de fomento de las exportaciones y especialmente de productos con valor agregado.

La avena, que históricamente ha servido para alimentación animal, surge en los últimos años como un alimento para humanos con demanda y consumos per cápita en aumento, especialmente para países en vías de desarrollo.

La oferta exportable regional de avena no es menor y aún posee oportunidades para su crecimiento, tanto por el aumento en los consumos per cápita nacional y extranjeros, como por un aumento en el porcentaje de producto destinado a este fin, el cual es mayoritariamente utilizado para alimentación animal dentro de Chile.

Por último, cabe destacar que gran parte de las exportaciones de avena están siendo realizadas directamente por los propios productores. Esto refleja las capacidades de algunos empresarios agrícolas de nuestra región e incentiva a otros a participar de este proceso, especialmente en forma asociativa.